
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
Academic Session 2007/2008

April 2008

EBB 222/4 - Physical Metallurgy **[Metalurgi Fizikal]**

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains SEVEN printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TUJUH muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

This paper contains SEVEN questions.

[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan.]

Instructions: Answer **FIVE** questions. If a candidate answers more than five questions only the first five questions in the answer sheet will be graded.

[Arahan: Jawab **LIMA** soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

Answer to any question must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.]

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

1. [a] What are the properties that make unalloyed copper an important industrial metal?

Apakah beberapa sifat penting suatu kuprum tak aloi yang menjadikan ia sebagai logam perindustrian yang penting?

(30 marks/markah)

- [b] Describe the microstructure of 70% Cu - 30% Zn (cartridge brass) alloy in the annealed condition as given in Figure 1.

Perihalkan mikrostruktur aloi 70% Cu - 30% Zn (loyang kartrij), dalam keadaan sepuhlindap seperti ditunjukkan dalam Rajah 1.



Figure 1 - Microstructure of cartridge brass (70% Cu - 30% Zn) in the annealed condition.

Rajah 1 - Mikrostruktur bagi loyang katrij (70% Cu - 30% Zn) dalam keadaan sepuhlindap

Suggest a suitable process to increase its strength.

Cadangkan suatu proses yang sesuai untuk meningkatkan kekuatan.

(40 marks/markah)

- [c] Why are small amounts of lead added in some Cu-Zn brasses? In what state is the lead distributed in these brasses?

Mengapakah amaun kecil plumbum ditambah ke dalam sesetengah loyang Cu-Zn? Dalam keadaan bagaimana plumbum tertabur di dalam loyang?

(30 marks/markah)

2. [a] Name the properties which make aluminium an extremely useful material?

Apakah beberapa sifat utama yang menjadikan aluminium sebagai bahan yang amat berguna?

(20 marks/markah)

- [b] Distinguish between a coherent precipitate and incoherent one in age hardening precipitation?

Apakah perbezaan di antara mendakan koheren dan mendakan takkoheren dalam mendakan pengerasan tuaan?

(30 marks/markah)

- [c] What precipitates are developed in Al-4% Cu alloy that is considerably underaged at low temperatures? What precipitate are developed upon overaging?

Apakah jenis mendakan yang terbentuk di dalam aloi Al-4%Cu yang amat tertua-kurang pada suhu rendah? Apakah pula jenis mendakan terbentuk dalam keadaan tuaan-lampau?

(50 marks/markah)

3. [a] Define single and polycrystalline materials. Explain why polycrystalline copper is stronger than single crystal copper? Use suitable illustrations to support your argument.

Takrifkan bahan hablur tunggal dan polihablur. Terangkan mengapa polihablur kuprum lebih kuat berbanding hablur tunggal kuprum? Gunakan ilustrasi yang sesuai bagi menyokong perbincangan anda.

(50 marks/markah)

- [b] A single crystal of zinc is oriented such that the normal to the slip planes makes an angle of 65° with the tensile axis. Three possible slip directions make angles of 30° , 48° and 78° with the same tensile axis.
- (i) Which of these three slip directions is most favored for plastic deformation?
 - (ii) If plastic deformation begins at a tensile stress of 2.5 MPa, determine the critical resolved shear stress for zinc.

Satu hablur tunggal zink diorientasikan supaya normal kepada satah gelinciran memberikan sudut 65° terhadap paksi tegasan. Terdapat tiga arah gelinciran yang berpotensi dengan setiap satu membentuk sudut 30° , 48° dan 78° terhadap paksi tegasan yang sama.

- (i) *Antara ketiga-tiga arah gelinciran tersebut yang manakah yang paling mudah berlakunya ubahbentuk plastik?*
- (ii) *Jika ubahbentuk plastik bermula pada tegasan tegangan 2.5 MPa, tentukan tegasan ricih terlerai kritikal bagi zink.*

(50 marks/markah)

4. [a] What are the features expected in the microstructure of a metal cast ingot? Explain using a sketch. Why such microstructure is obtained in cast metal ingot?

Apakah bentuk-bentuk yang dijangkakan dalam mikrostruktur jongkong tuangan logam? Terangkan dengan menggunakan rajah. Mengapakah mikrostruktur sedemikian diperolehi dalam jongkong logam tuangan?

(30 marks/markah)

- [b] Assuming that BCC iron was stable to 1148°C , what would be the percent carbon dissolved?

Given, constant $A = 250$, work to introduce 1 mol of carbon into iron = 18570 cal/mol and $R = 1.987 \text{ cal/mol}^{\circ}\text{K}$.

Andaikan besi BCC stabil sehingga 1148°C , berapakah peratusan karbon yang terlarut?

Diberi pemalar $A = 250$, kerja untuk memasukkan 1 mol karbon ke dalam besi = 18570 cal/mol dan $R = 1.987 \text{ cal/mol}^{\circ}\text{K}$.

(30 marks/markah)

- [c] Describe and illustrate the following definitions:

- (i) Primary solid solution and secondary solid solution
- (ii) Ordered and disordered structure alloys
- (iii) Long and short range ordered structure alloys

Terangkan dan lukiskan takrifan berikut:

- (i) Larutan pepejal primer dan larutan pepejal sekunder
- (ii) Aloi struktur tertib dan tidak tertib
- (iii) Aloi struktur tertib julat panjang dan pendek

(40 marks/markah)

5. [a] What is recrystallization temperature of an alloy? What are the factors that control this temperature?

Apakah yang dimaksudkan dengan suhu penghabluran semula suatu aloi? Apakah faktor yang mempengaruhi suhu ini?

(50 marks/markah)

- [b] What are the major governing rules of recrystallization?

Apakah hukum penghabluran semula yang utama?

(50 marks/markah)

6. [a] Describe spheroidizing annealing of steel and how is it done? How does this heat treatment affect the microstructure and mechanical properties of steel?

Bincangkan secara ringkas sepuhlindap pensferaan keluli dan bagaimanakah ia dilakukan? Bagaimanakah rawatan haba ini mempengaruhi mikrostruktur dan sifat mekanikal keluli?

(50 marks/markah)

- [b] What is the principle of induction hardening of steel? What are the major advantages of this process?

Apakah prinsip pengerasan aruhan keluli dan apakah kelebihan utama proses ini?

(50 marks/markah)

7. [a] With the help of the Fe-Fe₃C equilibrium phase diagram, explain the eutectoid and peritectic reactions in this system indicating the temperature, composition, and the phases involved.

Dengan berbantuan gambarajah fasa keseimbangan Fe-Fe₃C, terangkan tindakbalas eutektoid dan peritektik dalam sistem ini dengan merujuk kepada suhu, komposisi dan fasa yang terlibat.

(50 marks/markah)

- [b] What is martensite in steel? What are the important features of martensitic transformation in steel?

Apakah martensit dalam keluli? Apakah ciri utama bagi penjelmaan martensit dalam keluli?

(50 marks/markah)